

## Uso de Geotecnologias para avaliação da adequação ambiental referente às Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal no Município de Ribeirão Preto - SP

Edlene Aparecida Monteiro Garçon<sup>1</sup>  
Carlos Cesar Ronquim<sup>1</sup>  
Vitor Guilardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa/CNPM  
Av. Soldado Passarinho, 303. CEP 13070-115. Campinas, SP, Brasil  
{edlene.garcon, carlos.ronquim, vitor}@embrapa.br

**Abstract.** The great agricultural vocation and occupation of Ribeirão Preto, in conflict with the vulnerability of areas of the Guarani Aquifer, despite the general rules on the delimitation of protected areas in the Brazilian legislation. Geographic Information Systems stand out as the most suitable alternative for delineation of these areas due to the speed of development and reduced costs. Therefore, this study used GIS methods to delineate the riparian forests and hilltops, reaching an environmental liability of 6163.6 ha.

**Palavras-chave:** protected areas, remote sensing, digital elevation model, área de preservação permanente, geoprocessamento, legislação ambiental.

### 1. Introdução

A ocupação agrícola de Ribeirão Preto iniciou-se com a expansão cafeeira no final do século XIX e a partir da crise mundial de 1920 foi substituída paulatinamente por outras culturas como a cana-de-açúcar com consequente implantação de uma forte agro-indústria (Dozena, 2001). Entretanto, a forte vocação e ocupação agrícola da terra choca-se com a vulnerabilidade de áreas de recarga do Aquífero Guarani.

Especificamente no contexto do município de Ribeirão Preto, os problemas referentes à zona de recarga do Aquífero Guarani estão relacionados à crescente e acelerada urbanização e o uso agrícola do solo, principalmente com a monocultura de cana-de-açúcar (Campanhão et al. 2014). Os mesmos autores afirmam que no município com o propósito de conservar o Sistema Aquífero Guarani, estabeleceu normas e procedimentos relacionados ao uso e ocupação do solo, entretanto as determinações legais, como Áreas de Preservação Permanente (APP), que visam preservar os recursos hídricos e a estabilidade do solo, e Reservas Legais (RL), que procuram conservar e reabilitar os processos ecológicos são frequentemente preteridas.

Em 2012 foi aprovada a lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, também chamada de Novo Código Florestal, que “estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal” (Brasil, 2012), sendo entendida como Área de Preservação Permanente (APP) a “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” e Reserva Legal como “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa”.

As APPs podem ser matas ciliares; terrenos com declividade acima de 45°; topos de morro; restingas; mangues; veredas e bordas de tabuleiro ou chapada. As APPs referentes às matas ciliares são elementos essenciais na preservação dos ecossistemas ripários e correspondem “às faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene ou intermitente, desde a borda da calha do leito regular; às áreas no entorno de lagos e lagoas naturais; às áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de

cursos d'água naturais e às áreas no entorno de nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica” (Brasil, 2012).

As geotecnologias destacam-se como alternativa mais adequada para delimitação e caracterização de APPs, pois permitem redução de custos e de tempo de execução (Eugenio et al., 2011). Há vários estudos com resultados satisfatórios na delimitação de APPs, como Skorupa (2003), Hott et al. (2003) e MARKUS, M. (2003).

No presente trabalho, através de técnicas de geoprocessamento, buscou-se delimitar as APPs na área rural do município de Ribeirão Preto, no nordeste do Estado de São Paulo, no ano de 2014 e verificar sua adequação segundo o Novo Código Florestal Brasileiro e identificar, através da classificação do uso e cobertura do solo, qual o passivo ambiental relativo às áreas de Reserva Legal no município.

## 2. Metodologia de Trabalho

A escolha do município de Ribeirão Preto para este estudo se justifica diante da intensa atividade agrícola, principalmente com o monocultivos da cana-de-açúcar e da vulnerabilidade de áreas de recarga do Aquífero Guarani.

Ribeirão Preto ocupa uma área de 650 km<sup>2</sup>, com uma zona rural de 37.341,1 ha e se localiza na região nordeste do Estado de São Paulo a 313 km da capital São Paulo. As coordenadas geográficas são: 21°10'30’’S e 48°34'38’’W. Cerca de 80 % da área municipal integra a Bacia Hidrográfica do rio Pardo e 20% situam-se na Bacia Hidrográfica do Mogi-Guaçu. Possui localização privilegiada em relação a importantes centros consumidores e ampla infra-estrutura de transportes e comunicação.

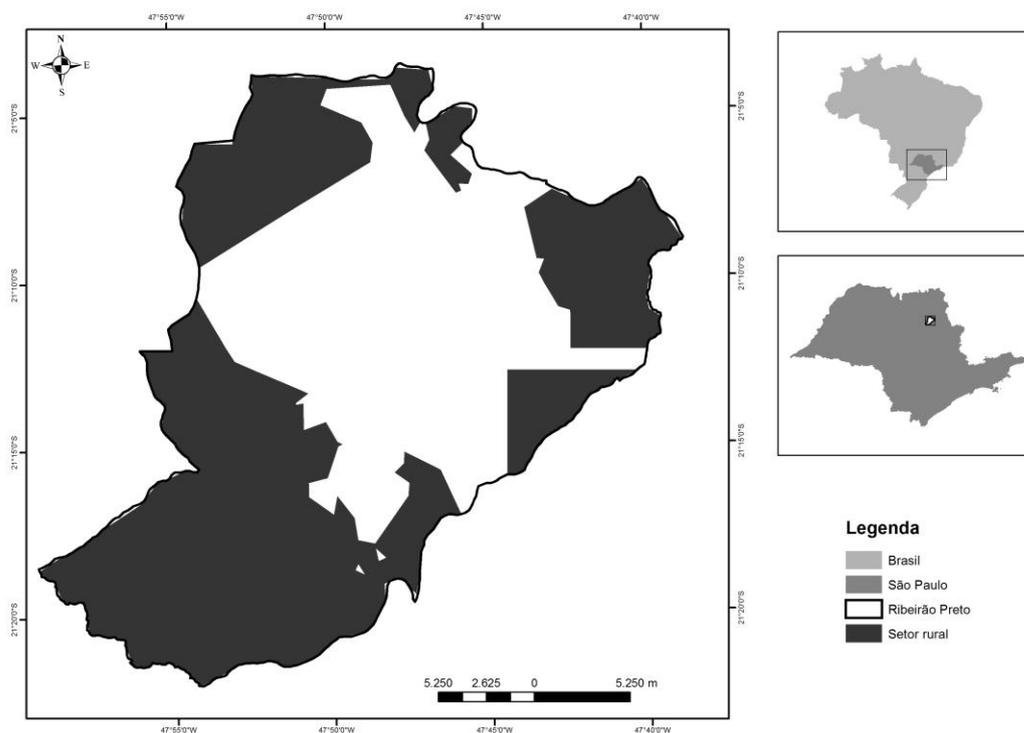


Figura 1. Localização do setor rural de Ribeirão Preto. Fonte: IBGE, 2007.

Para a elaboração do estudo foram utilizadas bases de dados no formato vetorial disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), correspondentes aos limites estaduais, de municípios, dos setores rurais e da hidrografia. As curvas de nível e a declividade foram extraídas dos dados Topodata (Valeriano, 2008) e foram utilizadas imagens Rapid Eye 2329202 de 23/11/2012, 2329203 de 03/10/2012, 2329302 de 23/11/2012 e 2329303 de 18/09/2012 para corrigir a hidrografia. A classificação de uso e

cobertura da terra foram baseadas em imagens orbitais Landsat-5 do ano de 1988 (Quartaroli et. al, 2006) e Landsat 8 do ano de 2014.

O mapeamento do uso e cobertura foi baseado na abordagem híbrida de classificação, ou seja, na primeira etapa as imagens foram classificadas através da classificação automática, em que foi utilizado o algoritmo Maxver (máxima verossimilhança) e, na segunda etapa fez-se a interpretação visual, para corrigir erros de classificação.

A região de Ribeirão Preto possui relevo ondulado e suas declividades são inferiores a 70% (Figura 2). Apenas declividades acima de 100% (45°) podem ser consideradas APPs. Para identificar áreas passíveis de se tornarem APPs devido à altimetria, foi aplicada a metodologia de Hott et al. (2005), que utiliza o modelo de elevação invertido da área.

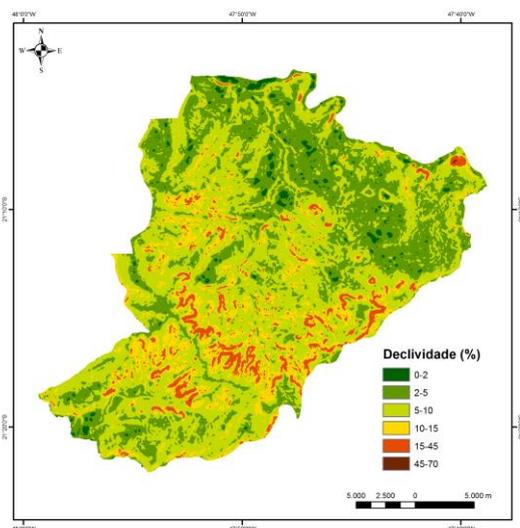


Figura 2. Declividade segundo Lepsch (1991). Fonte: Topodata, 2008.

Para a identificação das APPs ciliares, utilizou-se a carta do IBGE na escala 1:50.000 corrigida pelas imagens Rapid Eye, com as quais foi também possível verificar a largura dos rios. Foram encontrados apenas dois rios com largura superior a 10 metros. O Ribeirão Preto com largura máxima de 20 metros e o Rio Pardo com largura máxima de 120 metros. Outros corpos d'água como lagos e represas não foram considerados devido à impossibilidade de saber se são naturais ou artificiais, sendo que cada qual possui uma legislação pertinente. Os pontos iniciais da rede de drenagem foram identificados como nascentes (Figura 3).

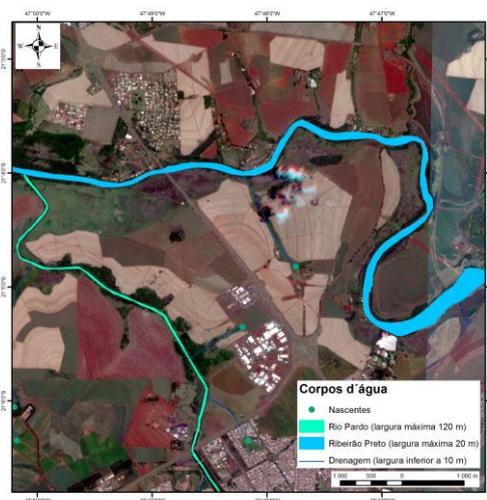


Figura 3. Hidrografia obtida das cartas 1:50.000 do IBGE corrigida pela imagem RapidEye e identificação de nascentes a partir dos pontos iniciais de drenagem.

Com a identificação da hidrografia, foram gerados mapas de distância, também chamados de buffer, para cada classe de APP. Estes mapas correspondem a uma área de extensão regular que é desenhada automaticamente ao redor de um ou mais elementos vetoriais como pontos, linhas e polígonos (Burrough, 1998).

De acordo com a lei 12.651/2012, aos pontos correspondentes às nascentes foram gerados buffers de 50 metros. Às linhas correspondentes aos cursos d'água inferiores a 10 metros, gerou-se buffers de 30 metros. O Ribeirão Preto com largura máxima de 20 metros recebeu um buffer de 50 metros e o Rio Pardo com largura máxima de 120 metros recebeu um buffer de 100 metros (Figura 4).

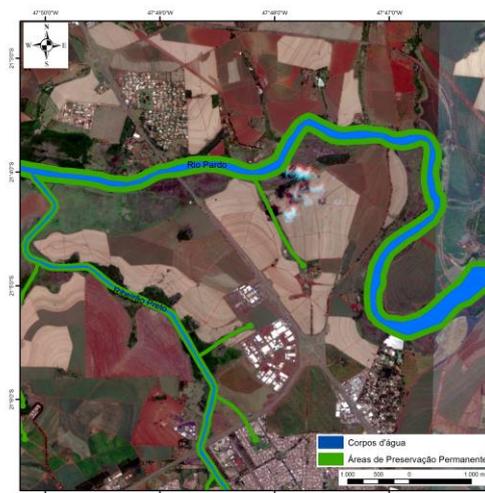


Figura 4. APPs estimadas a partir da hidrografia.

Ao se definir as APPs ciliares, foi sobreposto o uso e cobertura de 2014, o qual permitiu identificar e quantificar as APPs cobertas por mata e as que se encontram em situação irregular segundo a legislação (Figura 5).

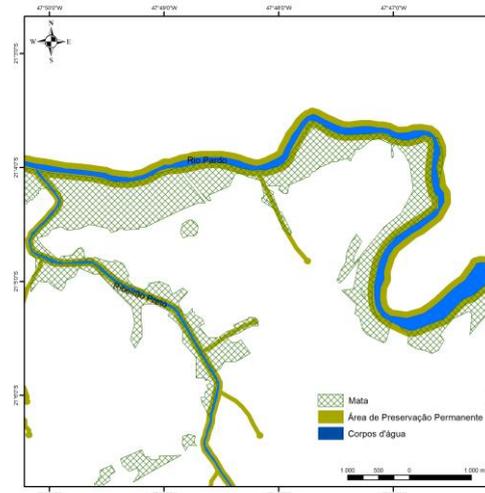


Figura 5. Identificação de APPs ciliares florestadas em relação ao uso e cobertura identificado no projeto Canasat (2014).

### 3. Resultados e Discussão

Pode-se observar que a presença da cana-de-açúcar no município é predominante desde 1988, com 37.437 ha em 1988 e 35.735,9 ha em 2014. O decréscimo deve-se à expansão da área urbana (Figura 6).

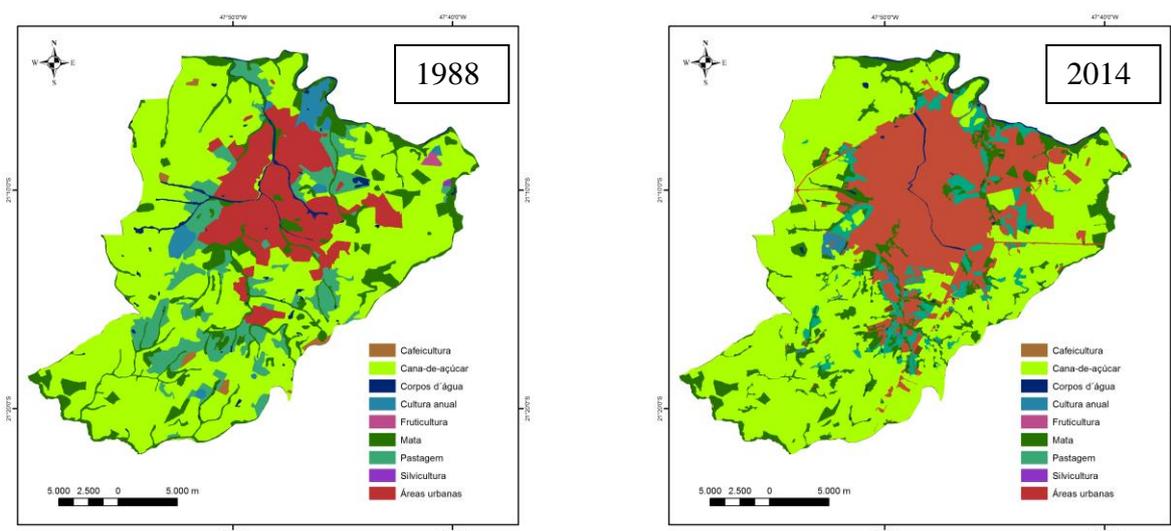


Figura 6. Uso e cobertura do solo no município de Ribeirão Preto em 1988 (Quartaroli et al. 2006) e em 2014.

Na aplicação do método de Hott para detecção de topo de morro, obteve-se apenas um morro com altura superior a 100 metros e declividade maior que 25% (Brasil, 2012), o Morro do Piripau, situado bem a nordeste do município (Figura 7).

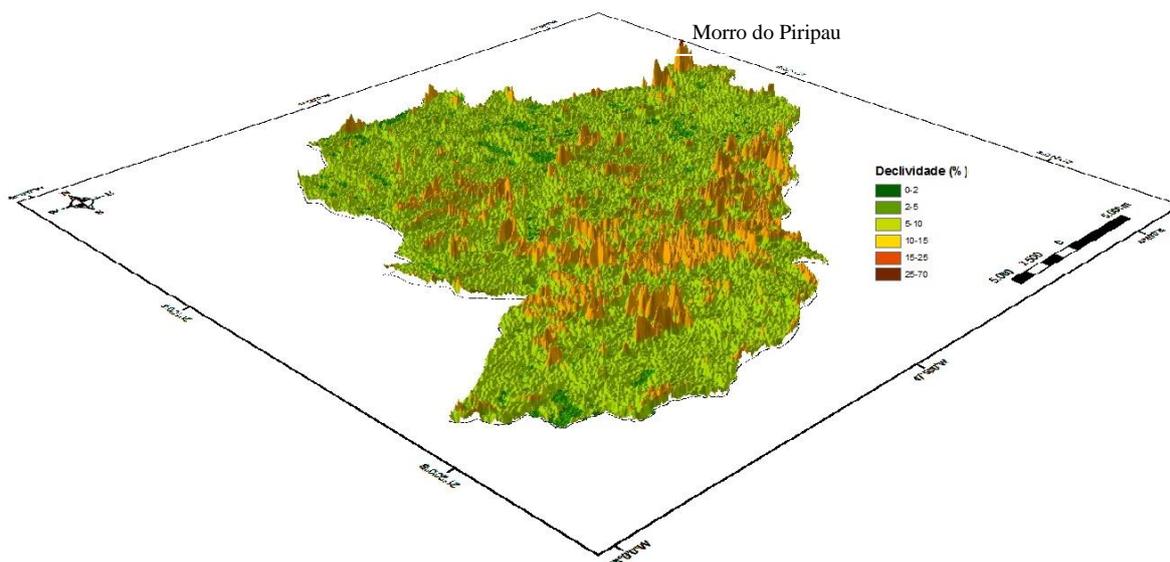


Figura 7. Representação tridimensional da altimetria do município de Ribeirão Preto com indicação do Morro do Piripau com topo em situação de APP.

De acordo com os resultados obtidos, deveria haver 3.509 ha de APPs ciliares no município em estudo, no entanto, apenas 1.221 ha de APP ciliares encontram-se em situação regular, ou seja, 34,8% apenas diante do que deveria. Excluindo-se as áreas urbanas, a zona rural possui 2.420 ha de APPs, estando apenas 913 ha em situação regular, ou seja, apenas 37,7% das APPs no setor rural estão regularizadas (Tabela 1).

As APPs ciliares delimitadas na zona rural e a APP do topo do morro de Piripau somadas resultam em 2.433,7 ha de APPs no setor rural. Subtraindo-se as classes de mata identificadas no mapa de uso e cobertura (4.734 ha) pelas áreas de APP, obteve-se 2.300,3 ha de mata (Figura 8).

A área rural do município de Ribeirão Preto corresponde a 37.341,1 ha, excluindo-se as APP e os corpos d'água (incluse os lagos e represas), obtem-se 34.784,4 ha. Se considerarmos que 20% do setor rural cultivável deve ser ocupado por reservas legais (Brasil, 2012), então 6.956,9 ha de mata deveriam cobrir a área em contraposição aos 2.300,3 ha verificados, havendo um passivo ambiental de 4.656,6 ha de reservas legais na região (Tabela 2).

Tabela 1. Situação das APPs no município de Ribeirão Preto de acordo com a legislação.

|            | Área Total (ha) | APPs ciliares (ha) | APP ciliares regularizadas (ha) | Passivo ambiental de APPs ciliares (ha) |
|------------|-----------------|--------------------|---------------------------------|---|
| Município  | 65.095,5        | 3.509,0            | 1.221,0                         | 2.288,0                                 |
| Zona Rural | 37.341,1        | 2.420,0            | 913,0                           | 1.507,0                                 |

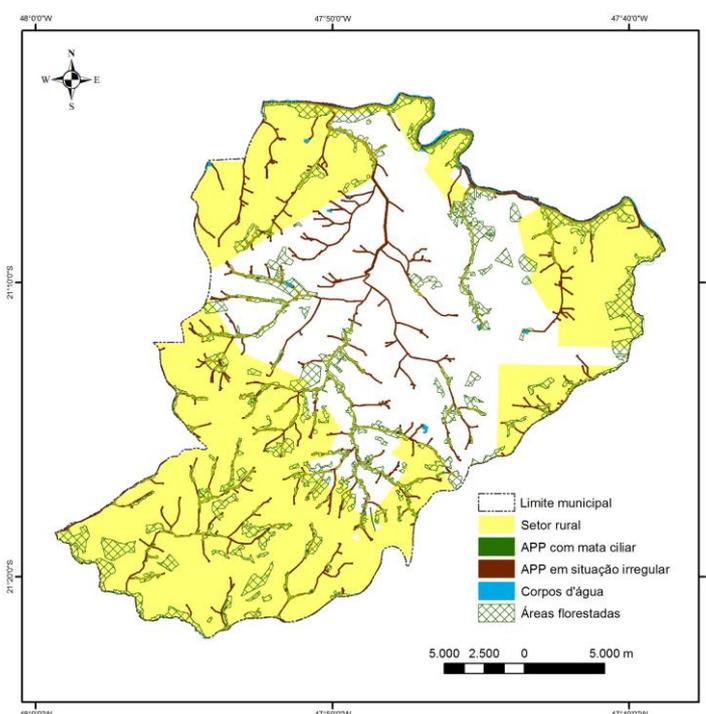


Figura 8. Relação entre APPs e mata identificada no uso e cobertura do solo, em relação ao município e à área rural.

Tabela 2 – Quantificação das APPs, Reservas Legais e Passivo Ambiental de acordo com o Código Florestal (Brasil, 2012), na zona rural de Ribeirão Preto SP.

| <i>Zona Rural de Ribeirão Preto</i> |   | <i>Área (ha)</i> |
|-------------------------------------|---|------------------|
| Áreas impróprias ao cultivo         | APP ciliar total                          | 2.420,0          |
|                                     | Corpos d'água                             | 123,0            |
|                                     | APP topo de morro regular                 | 13,7             |
|                                     | Área estimada de Reserva Legal            | 6.956,9          |
|                                     | Área florestada fora das áreas impróprias | 2.300,3          |
|                                     | Passivo Ambiental Reserva Legal           | 4.656,6          |

#### 4. Conclusões

O uso de modelo digital de elevação na identificação da declividade, dos topos de morro e da rede de drenagem demonstrou-se adequado. A resolução da imagem Rapid Eye de 5 metros apresenta resolução satisfatória na identificação da hidrografia segundo a legislação. Seria necessário trabalhos de campo para verificar o local exato das nascentes e dos cursos d'água e um levantamento mais detalhado de outros corpos d'água segundo sua situação (naturais ou artificiais e outros) para um resultado com maior acurácia.

Segundo os resultados obtidos, o município de Ribeirão Preto possui em sua zona rural 1.507 ha de passivo ambiental referente às áreas de APP e 4.656,6 ha de passivo ambiental referente às áreas destinadas à Reserva Legal, somando 6.163,6 ha.

#### 5. Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em 09 de Julho de 2014.

Campanhão, L. M. B.; Fontes, A. T.; Souza, M. P. de **Proposal for creation of protected areas in a recharge zone of the Guarani Aquifer System in Ribeirão Preto, Brazil**. Desenvolvimento e Meio Ambiente 2014 Vol. 29 pp. 93-112

DOZENA, A. **São Carlos e seu “desenvolvimento”: contradições urbanas de um pólo tecnológico**. 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

Eugenio, F. C.; Santos, A. R.; Louzada, F. L. R. O.; Pimentel, L. B.; Moulin, J. V. (2011). **Identificação das áreas de preservação permanente no Município de Alegre utilizando geotecnologia**. Cerne, Lavras/MG, v. 17, n. 4, p. 563-571, out./dez. Disponível em: <<http://www.dcf.ufra.br/cerne/administracao/publicacoes/m600v17n4o16.pdf>>. Acesso em 02 de Maio de 2014.

Hott, M. C.; Guimarães, M.; Miranda, E. E. de. (2004). **Método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélites. 32 p. Disponível em: <[http://www.cnpem.embrapa.br/publica/download/doc34\\_AAAPTM04.pdf](http://www.cnpem.embrapa.br/publica/download/doc34_AAAPTM04.pdf)>. Acesso em 23 de Junho de 2014.

MARKUS, M. **Avaliação das Áreas de Preservação Permanente na microbacia do Ribeirão da Casa Branca - Brumadinho – MG**. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/marilia2003.pdf>> Acesso em 23 de fev. de 2014.

Quartaroli, C. F.; Criscuolo, C.; Hott, M. C.; Guimarães, M. **Alterações no uso e cobertura das terras no Nordeste do Estado de São Paulo no período de 1988 a 2003**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006. 57 p., il. (Documentos, 55).

Skorupa, L. A. (2003). **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável. Jaguariúna – SP**: Embrapa Meio Ambiente. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Skorupa\\_areasID-GFiPs3p4lp.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Skorupa_areasID-GFiPs3p4lp.pdf)>. Acesso em 13 de Junho de 2014.

Valeriano, M. M. (2008). **TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfológicos locais**. São José dos Campos: INPE. Disponível em: <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.11.19.24/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em 13 de Maio de 2014.